

Efecto de sustancias farmacológicas y homeopáticas sobre *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp en cultivo

Effect of pharmacological and homeopathic substances on *Trichodina* sp in larvae of red tilapia *Oreochromis* sp in farming

Mariana Serna-Ardila¹, María Daniela Londoño-Maya¹, Clara Susana Arias-Monsalve¹, Luis Fernando Londoño-Franco², Hermes Rafael Pineda-Santis^{2,3}

RESUMEN

Los parásitos son uno de los mayores problemas que afectan la salud de los peces, siendo *Trichodina* sp el de mayor frecuencia en las primeras etapas de vida de la tilapia roja *Oreochromis* sp. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de las sustancias farmacológicas y homeopáticas en el control de *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja en el Centro Experimental Piscícola (San Jerónimo, Antioquia, Colombia). Se utilizaron 300 larvas de tilapia roja en fase de reversión (80 observaciones/larva), distribuidas en 15 acuarios, cada uno con un volumen efectivo de 63 L. A las 0 y 48 horas se aplicaron dos sustancias homeopáticas (ajo [*Allium sativum*] y jengibre [*Zingiber officinale*], 5 mg/l cada uno) y dos sustancias farmacológicas (metronidazol y albendazol, 10 mg/l cada uno) y un grupo control. Las larvas fueron sedadas y se les contó el número de *Trichodina* sp a las 0, 48 y 72 h utilizando un microscopio óptico (objetivo 4X). El uso del ajo y del metronidazol

¹ Grupo GINVER, Facultad de Medicina Veterinaria, Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia

² Grupo de Investigación Acuícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia

³ E-mail: hrpineda@elpoli.edu.co

Recibido: 29 de abril de 2021

Aceptado para publicación: 23 de mayo de 2022

Publicado: 29 de junio de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

disminuyeron el número de parásitos contados de 5622 en promedio al inicio a 302 a las 72 h ($p < 0.05$), disminuyendo el porcentaje de prevalencia de 100 a 50% y con una mortalidad de larvas de 3%. En un segundo ensayo para corroborar la eficacia de diferentes dosis, se comprobó que el ajo a 20 mg/l presentó un efecto similar a la del metronidazol a 20 mg/L, evidenciando el uso potencial del homeopático en reemplazo de sustancias farmacológicas. El albendazol causó la muerte de todas las larvas de tilapia roja.

Palabras clave: *Allium sativum*, *Zingiber officinale*, albendazol, bienestar animal, metronidazol, salud pública, sostenibilidad

ABSTRACT

Parasites are one of the biggest problems affecting fish health, *Trichodina* sp being the most common in the early life stages of the red tilapia *Oreochromis* sp. The objective of this study was to evaluate the efficacy of pharmacological and homeopathic substances in the control of *Trichodina* sp in red tilapia larvae at the Centro Experimental Piscícola (San Jerónimo, Antioquia, Colombia). In total, 300 red tilapia larvae in the reversion phase (80 observations/larva) were used and distributed in 15 aquariums, each with an effective volume of 63 L. At 0 and 48 hours, two homeopathic substances were applied (garlic [*Allium sativum*] and ginger [*Zingiber officinale*], 5 mg/l each) and two pharmacological substances (metronidazole and albendazole, 10 mg/l each) and a control group. The larvae were sedated and the number of *Trichodina* sp was counted at 0, 48 and 72 h using an optical microscope (4X objective). The use of garlic and metronidazole decreased the total number of parasites counted from 5622 on average to 302 at 72 h ($p < 0.05$), decreasing the prevalence percentage from 100 to 50% and with a larval mortality of 3%. In a second trial to corroborate the efficacy of different doses, it was found that garlic at 20 mg/l had a similar effect to that of metronidazole at 20 mg/L, showing the potential use of homeopathic as a replacement for pharmacological substances. Albendazole caused the death of all red tilapia larvae.

Key words: *Allium sativum*, *Zingiber officinale*, albendazole, animal welfare, metronidazole, public health, sustainability

INTRODUCCIÓN

La acuicultura se consolida como una de las actividades de mayor desarrollo en el sector pecuario en Colombia, con una producción que asciende a 174 607 t anuales, siendo la tilapia el principal contribuyente a la producción nacional, representando el 58% de la producción piscícola (MADR, 2020; Bondad-Reantaso *et al.*, 2021). La tilapia es considerada como un pez resistente a las enfermedades bacterianas y parasitarias comparada con otras especies; sin embargo, se

ha evidenciado que es más susceptible a patógenos tales como, *Aeromonas hydrophila* y *Trichodina* sp, afectando el rendimiento económico de los productores (Iregui, 2008, Noor El-Deen *et al.*, 2009).

Uno de los ectoparásitos más comunes en tilapias es *Trichodina* sp, protozooario que puede llegar a causar la muerte de sus huéspedes, especialmente a las larvas (Rodríguez *et al.*, 2019). Los peces, ante una infestación por *Trichodina* sp presentan secreción excesiva de mucus en el cuerpo y branquias, desprendimiento de escamas, enrojecimiento

de la zona infectada y opacidad en la piel (Balbuena *et al.*, 2011). Asimismo, disminución de la tasa de crecimiento, inflamación del tejido epitelial de las branquias y menor capacidad del sistema inmune (Valladão *et al.*, 2014). Los peces se encuentran aletargados en la superficie del estanque, presentan anorexia, oscurecimiento de la piel, úlceras cutáneas, desgaste de las aletas (Roberts, 2012; Valladão *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2018) y distrés respiratorio (Sierra *et al.*, 2006).

Dentro de los tratamientos empleados contra ectoparásitos en peces está el uso de inmersiones en soluciones de sal común al 1% y en formol al 33% (Balbuena *et al.*, 2011; Carpenter, 2018). Adicionalmente, se ha utilizado el metronidazol, fármaco que ha mostrado su efectividad en el tratamiento de las *Giardias* y ha demostrado ser útil contra *Neoparamoeba* sp (Peyghan *et al.*, 2008). El albendazol ha sido empleado en cachama *Colossoma macropomum* para el control de monogéneos. pero son pocos los trabajos en tilapias, tanto en su efecto como en la fase de cultivo. No obstante, *Trichodina* sp es un protozooario difícil de eliminar mediante tratamientos químicos convencionales, por lo cual se deben hacer mejoras en los tratamientos y probar alternativas sustentables como el ajo *Allium sativum* y el jengibre *Zingiber officinalis*.

El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de sustancias farmacológicas (alopáticas) y homeopáticas en la disminución de infestación por *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp en el Centro Experimental Piscícola del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en San Jerónimo (Antioquia, Colombia)

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en los acuarios del laboratorio del Centro Experimental Piscícola del Politécnico Colombiano Jaime

Isaza Cadavid, ubicado en el municipio de San Jerónimo (Antioquia, Colombia), a una altitud de 780 msnm, temperatura media de 28 °C y humedad relativa de 50%. La topografía es de pendiente y con zona de vida bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1967).

En el primer ensayo se utilizaron 300 larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp, en fase de reversión capturadas en los estanques de reproducción y llevadas a los 15 acuarios de 85 L, con volumen efectivo de 63 L cada uno. Los tratamientos experimentales para eliminar a *Trichodina* sp, presentes en las larvas en cultivo, consistieron en dos sustancias homeopáticas (ajo [5 mg/l] y jengibre [5 mg/l]) y dos fármacos alopáticos (metronidazol [10 mg/l] y albendazol [10 mg/l]) que fueron suministrados a las 0 y 48 h. Además, se tuvo un grupo control (sin medicamentos). Cada grupo estuvo conformado por tres réplicas. Las observaciones del número de *Trichodina* sp se hicieron a las 0 y 48 h, permanecieron las larvas en los acuarios durante las 72 horas para medir el efecto residual.

Con el fin de obtener la cantidad de cada uno de los compuestos, considerando las dosis establecidas en el protocolo, se realizaron los siguientes cálculos: metronidazol para una dosis de 10 mg/l ($10 * 63 = 630$ mg/acuario), albendazol para una dosis de 10 mg/L ($10 * 63 = 630$ mg/acuario) y ajo y jengibre en bulbos macerados para una dosis de 5 mg/l ($5 * 63 = 315$ mg/acuario). De la misma manera se calcularon las dosis para el segundo ensayo. Los pesos se determinaron en una balanza digital Pioneer PA3102 (Ohaus®). Además, se tuvo un grupo control (sin medicamentos). Cada grupo estuvo conformado por tres réplicas. Las observaciones del número de *Trichodina* sp se hicieron a las 0, 48 y 72 h.

En cada muestreo, las larvas fueron anestesiadas con 0.1 ml de Quenaldine® (2-methylquinoline) diluidos en 10 L de agua, durante 30 s. Este proceso se llevó a cabo en grupos de cinco larvas. Cada larva fue ob-

servada en microscopio óptico DM3000 (Leica Instruments®), con un aumento de 4X para determinar el número de parásitos contenidos en la cabeza, la aleta dorsal, la aleta ventral y la aleta caudal hasta completar 20 larvas por acuario, para un total de 60 larvas por tratamiento (80 observaciones/larva). Al finalizar el conteo, las larvas fueron puestas en agua con oxígeno y se vigilaron hasta obtener la recuperación fisiológica, momento en el cual se devolvieron a los mismos acuarios de los cuales fueron tomadas.

Se determinó el porcentaje de prevalencia ($[\text{N.}^\circ \text{ larvas con } Trichodina \text{ sp} / \text{N.}^\circ \text{ larvas observadas}] * 100$), y el porcentaje de mortalidad ($[\text{N.}^\circ \text{ de larvas muertas} / \text{N.}^\circ \text{ larvas vivas}] * 100$) de cada grupo experimental.

En un segundo ensayo y con el propósito de validar el efecto de la dosis, se utilizó un compuesto homeopático (ajo) y otro convencional (metronidazol) a dosis de 10, 15 y 20 mg/L y 5, 15 y 20 mg/l, respectivamente. Se siguió el procedimiento empleado en el primer ensayo.

El diseño experimental fue por bloques al azar (cinco tratamientos x tres tiempos de observación [0, 48, 72 h]). En cada larva se hicieron cuatro contajes por tiempo de observación (cabeza, aleta dorsal, aleta ventral y aleta caudal de un lado de la larva). La variable respuesta fue la sumatoria del número de *Trichodina* sp encontrados en los cuatro puntos de observación sobre la larva.

Los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, nivel de oxígeno, pH y turbidez) fueron determinados con el multiparámetro PCSTest 35 (Oakton®) y HACH (Hanna Instruments®). Los datos, tanto del número de protozoarios como los del agua fueron verificados para el supuesto de Normalidad utilizando la prueba Shapiro-Wilk con un nivel de significancia de $p < 0.05$. En los

casos que no se cumplió la normalidad y homogeneidad de varianza, se aplicó el análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis, estableciendo las diferencias entre los tratamientos con la prueba de Comparación Múltiple de Wilcoxon. En el caso de cumplimiento del supuesto de normalidad, se estableció la diferencia de medias mediante la Prueba de Tukey. Todos los datos fueron registrados en la aplicación de Excel y procesados mediante el paquete estadístico PAST®.

El Comité de Bioética en Investigación con Animales de la Corporación Universitaria Autónoma de las Américas (CICUA) avaló el protocolo, manejo y disposición de los animales utilizados durante el ensayo. Adicionalmente el Centro Experimental Piscícola, cuenta con el aval del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de Establecimiento de Acuicultura Bioseguro (Resolución ICA 074237 de 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos del agua estuvieron dentro del rango óptimo para el cultivo de larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp (Cuadro 1), lo que concuerda con lo reportado por Vidal-Martínez *et al.* (2017), e indica que las sustancias utilizadas para el control del ectoparásito no alteraron la calidad del agua.

El tratamiento farmacológico con metronidazol y los homeopáticos con ajo y jengibre tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la disminución de *Trichodina* sp, en las larvas de tilapia roja, en tanto que el tratamiento con albendazol causó mortalidad a todas las larvas a las 48 h (Figura 1). El número de *Trichodina* sp inicial en promedio fue de 5622 y disminuyó a 494 con el ajo (5 mg/l), 1151 con jengibre (5 mg/l) y 111 con metronidazol (10 mg/l) a las 72 h (Cuadro 2).

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos del agua en los acuarios empleados para el estudio

	pH	Nivel de oxígeno (mg/L)	Temperatura (°C)
n	90	90	90
Rango	6.8 ± 1.6 – 7.8 ± 0.9	6.2 ± 0.6 – 7.0 ± 0.3	26.3 ± 0.7 - 27.0 ± 0.5
Promedio general	7.4 ± 1.0	6.5 ± 0.6	26.7 ± 0.6

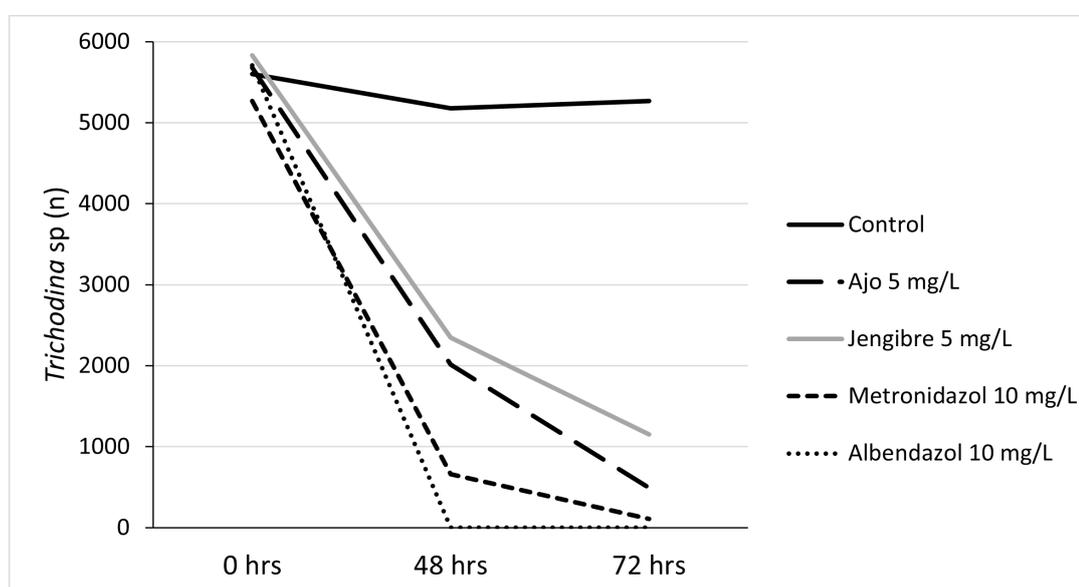


Figura 1. Efecto de los tratamientos farmacológicos y homeopáticos sobre el número de *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp

El promedio de *Trichodina* sp por larva a las 0 h fue de 23.5, reduciéndose a un promedio de 2.5 a las 72 h. Cabe mencionar que no hubo registros del protozoario en algunas de las estructuras anatómicas observadas (Cuadro 1).

El albendazol tuvo un efecto letal en las larvas de tilapia roja con un porcentaje de mortalidad del 100% en las dosis de 5 y 10 mg/l (Cuadro 2). Sin embargo, en un ensayo

preliminar con 5 mg/l sobrevivieron algunas larvas (datos no mostrados). La muerte en larvas de peces provenientes del medio silvestre o en cautiverio puede derivarse en algunos casos por el poco desarrollo o madurez de su sistema inmune, lo cual las hace sensibles a los agentes infecciosos y a diversos factores estresantes del ambiente (Fergusson, 1989; Kubitzka, 2008; Roberts, 2012). Carpenter (2018) reporta un rango de dosis eficaz en peces entre 10 y 50 mg/l, pero

Cuadro 2. Estadística descriptiva del resultado de la aplicación de sustancias farmacológicas (alopáticas) y homeopáticas en la disminución de infestación por *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp

Horas		Control	Ajo (5 mg/l)	Jengibre (5 mg/l)	Metronidazol (10 mg/l)	Albendazol (10 mg/l)
0	n	240	240	240	240	240
	Sumatoria	5603 ^a	5678 ^a	5833 ^a	5271 ^b	5707 ^a
	$\bar{x} \pm DE$	23.3±10.9	23.7±10.1	24.3±9.6	22.0±11.1	23.8±10.4
48	Sumatoria	5180 ^a	2016 ^b	2346 ^c	660 ^d	0 ^e
	$\bar{x} \pm DE$	21.6±10.7	8.4±5.9	9.8±7.2	2.8±3.6	0
72	Sumatoria	5271 ^a	494 ^b	1151 ^c	111 ^d	0 ^e
	$\bar{x} \pm DE$	22.0±10.3	2.1±2.4	4.8±5.1	0.5±1.0	0

^{a,b,c,d,e} Diferentes letras dentro de filas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

n: número de observaciones (60 larvas x cuatro estructuras anatómicas)

$\bar{X} \pm DE$: Promedio por cada larva

Cuadro 3. Porcentaje de prevalencia de *Trichodina* sp por efecto del tratamiento (horas pos-exposición) con sustancias farmacológicas (alopáticas) y homeopáticas en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp los tratamientos utilizados durante el tiempo de observación

	0 h	48 h	72 h
Control	100	100	100
Ajo	100	100	93
Jengibre	100	100	97
Metronidazol	100	90	53

en el presente estudio las larvas de tilapia roja en reversión no resistieron la dosis de 10 mg/l. Sin embargo, este compuesto ha sido empleado con éxito por Guimarães-Alves *et al.* (2019) en cachama negra (*Colossoma macropomum*) para el control de monogéneos con dosis entre 500 a 2000 mg/l. El albendazol como benzimidazólico actúa como

un tóxico mitótico en la división celular que desagrega los cromosomas en las células hijas, produciendo aneuploidía, y a su parámetro de lipofilicidad (Oh *et al.*, 2006). Otros estudios han observado concentraciones letales de albendazol; por ejemplo, Iannacone *et al.* (2016) con 508 y 346 mg/l a las 24 y 48 h en el crustáceo *Artemia franciscana* y Iannacone y Alvarino (2007) con 479 y 180 mg/l a las 24 y 48 horas de exposición para *Daphnia magna*.

El metronidazol demostró ser un fármaco efectivo que redujo a 111 el número de *Trichodinas* sp al final del tratamiento (Cuadro 2). También ha mostrado su efectividad en el tratamiento de *Giardia* y de *Neoparamoeba* sp (Peyghan *et al.*, 2008). En el caso de los protozoarios, se ejerce un efecto citotóxico al inmovilizarlos por hialinización del citoplasma, formación de figuras esferoides y ruptura de la membrana celular (Sumano, 2006).

El tratamiento con ajo *Allium sativum* resultó en una reducción del 91% de *Trichodinas* sp. La alicina es uno de los principios

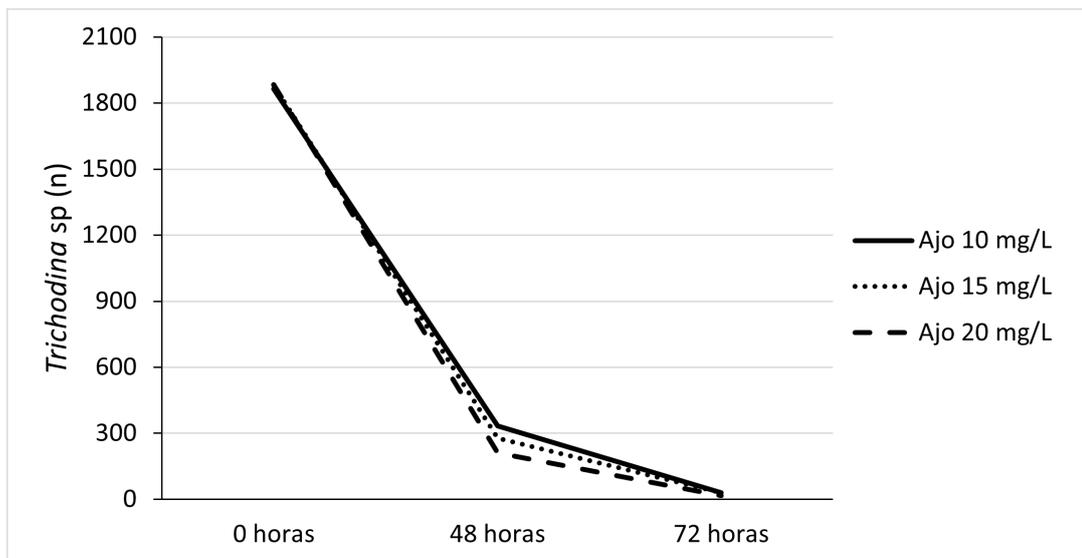


Figura 2. Efecto de tres dosis de ajo (*Allium sativum*) sobre la carga parasitaria de *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja (*Oreochromis* sp)

activos que tiene actividad antibacteriana y antiparasitaria al interferir con las reacciones químicas con los grupos tipo tiol de diferentes enzimas (Peyghan *et al.*, 2008). También ha sido utilizado para combatir la trichodiniasis en tilapia a dosis de 300 mg/l eliminando el 75% de los parásitos a las 24 h (Abd El-Galil y Aboelhadid, 2012). Además, Nor El-Deen *et al.* (2009) removió el parásito en tilapias adultas tras dos días de tratamiento demostró con dosis de 800 mg/kg. Por otro lado, en el estudio de Mohamed *et al.* (2012 con prevalencias de tricodiniasis entre 23 y 40.5% e intensidad de infección de 25 o más parásitos en larvas de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) se logró eliminar el 100% de los parásitos con el uso de 2.0 a 3.0 mg/l de aceite de ajo en 24 h.

Según Narain *et al.* (2022), las propiedades de la alicina como antimicrobiano y antiparasitario se deben al efecto citotóxico o letal que ejerce sobre las células de dife-

rentes microorganismos. Ocurre inflamación de las células, la disfunción de las mitocondrias, la permeabilización de la membrana plasmática, y la liberación del contenido citoplasmático al espacio extracelular (Baeza Martín, 2014). Asimismo, se describe que ciertos microorganismos son sensibles a los compuestos del ajo a través de la disminución del consumo de oxígeno (Ramírez *et al.*, 2016). Esta investigación valida la eficacia de acción del ajo sobre los ectoparásitos, y se resalta que las dosis aplicadas fueron menores a lo reportado por otros investigadores.

El uso de jengibre *Zingiber officinalis* disminuyó en 80% la presencia de *Trichodina* sp (Cuadro 2). Otros estudios han revelado las propiedades del aceite esencial de jengibre como estimulante del sistema inmune en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, las cuales mostraron un aumento de los neutrófilos, así como el incremento de la enzima lisozima, la cual rompe las paredes de ciertos microorganismos mediante la hidrólisis de enlaces glucosídicos (Fadefard *et al.*, 2018).

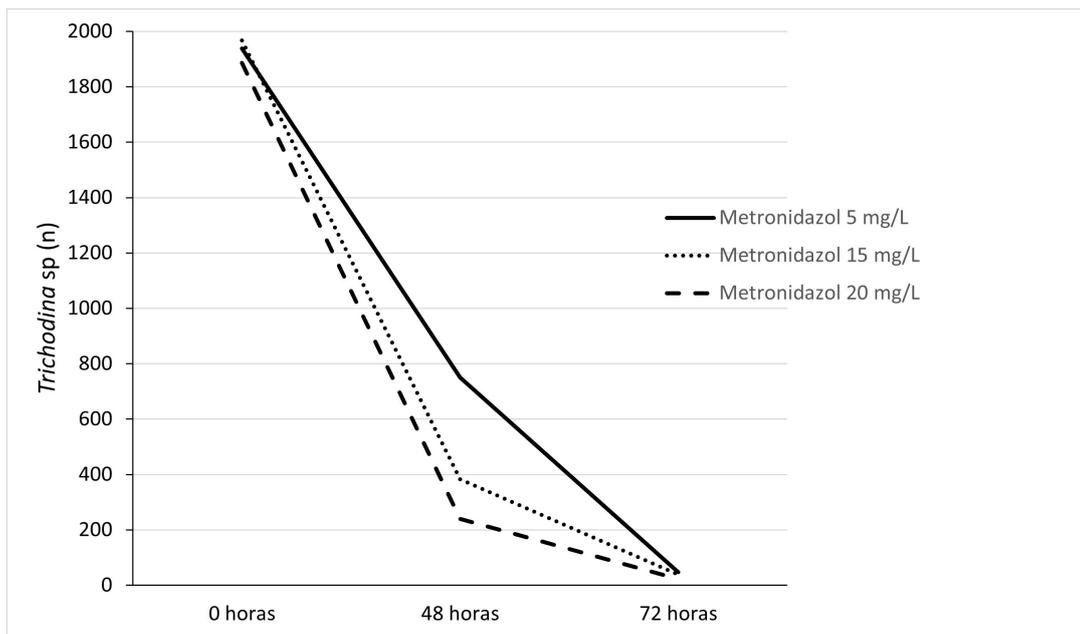


Figura 3. Efecto de tres dosis de metronidazol sobre la carga parasitaria de *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja (*Oreochromis* sp)

Al comparar el efecto de la dosis del compuesto homeopático ajo (10, 15, 20 mg/l) respecto a las de metronidazol (5, 15, 20 mg/l) se obtuvo una disminución del 99% del número de *Trichodina* sp, a medida que aumentaron las concentraciones de ambos compuestos. Estas dos sustancias fueron elegidas por su mejor respuesta en el control del protozoario. Los resultados sugieren una eficacia del ajo a 20 mg/l similar a la que presentó el metronidazol a 20 mg/l (Figuras 2 y 3), lo cual permitiría reemplazar los medicamentos farmacológicos convencionales por alternativos u homeopáticos, constituyéndose en un manejo sanitario orgánico adecuado dentro del cultivo de peces en esta fase. Los productos alternativos son más seguros e inoivos para los peces y amigables con el medio ambiente por tener un menor impacto sobre las propiedades fisicoquímicas del agua, redundando en la seguridad alimentaria y salud pública por los menores efectos tóxicos y secundarios.

La prevalencia es un indicador primordial en salud para evaluar el efecto de diferentes compuestos; por tanto, en este estudio se consideró importante determinar el efecto del aumento de concentraciones del ajo *Allium sativum* y del metronidazol que fueron las sustancias que indicaron un mejor efecto en el control del parásito. Los resultados mostraron que el efecto de las tres concentraciones de ajo y metronidazol fue similar en las dosis de 15 mg/l de ambos compuestos, donde la prevalencia disminuyó al 50% a las 72 horas (Cuadro 4).

En cuanto al tropismo del parásito, el mayor número de *Trichodina* sp se observó en el área superficial de la cabeza, seguido de la aleta dorsal (Figura 4). La literatura reporta predilección de algunas especies de Trichodinidae por determinadas estructuras anatómicas y tejidos; así, *Paratrachodina africana* ha sido encontrada en tejido de branquias y *Trichodina centrostrigeata* en piel, branquias y especialmente en tejido res-

Cuadro 4. Porcentaje de prevalencia de *Trichodina* sp por efecto del tratamiento (horas pos-exposición) la dosis diferencial de ajo y metronidazol en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp los tratamientos utilizados durante el tiempo de observación

	0 h	48 h	72 h
Control	100	100	100
Ajo 10 mg/l	100	95	60
Ajo 15 mg/l	100	75	50
Ajo 20 mg/l	100	75	50
Metronidazol 5 mg/l	100	90	55
Metronidazol 15 mg/l	100	85	50
Metronidazol 20 mg/l	100	85	50

Cuadro 5. Porcentajes de mortalidad de larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp obtenidos en los tratamientos aplicados contra la *Trichodina* sp a las 72 horas de exposición

	Mortalidad (%)
Control	21
Ajo, 5 mg/l	4
Jengibre, 5 mg/l	7
Metronidazo, 10 mg/l	3

piratorio en tanto que *T. compacta*, *T. magna* y *T. heterodontata* en tilapias tienen predilección por la piel y las aletas (Benites de Pádua *et al.*, 2011). La predilección de la *Trichodina* de esta investigación por la cabeza y aleta dorsal se puede deber a los requerimientos metabólicos y de sobrevivencia

del parásito que requieren de iones, nutrientes, oxigenación y abundante riego sanguíneo, los cuales son aportados, en gran medida, por las branquias de las larvas de tilapia roja.

La mortalidad de larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp fue de 100% con el tratamiento de albendazol a una dosis de 10 mg/l. Por otro lado, el porcentaje de mortalidad del grupo control fue superior respecto a los tratamientos de ajo, jengibre y metronidazol, lo que muestra el grado de afectación en las larvas en reversión (Cuadro 5). El efecto de letalidad del albendazol se debe a la citotoxicidad de este compuesto.

En el segundo ensayo, cuando se compararon varias dosis de ajo y metronidazol, el porcentaje de mortalidad de las larvas fue de 0% con el aumento de las dosis evaluadas (Cuadro 6), lo que sugiere un uso seguro de estas sustancias para la disminución de la *Trichodina* sp de larvas de tilapia en reversión.

CONCLUSIONES

- Tanto el ajo *Allium sativum* como el metronidazol tuvieron una eficacia similar y positiva en el control de *Trichodina* sp en larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp.
- El uso de albendazol a 10 mg/l L causó alta mortalidad en larvas de tilapia de roja *Oreochromis* sp.
- El empleo del ajo podría reemplazar el uso de sustancias farmacológicas para el tratamiento de tricodiniasis.
- El uso de sustancias homeopáticas en el tratamiento sobre *Trichodina* sp aporta a la sustentabilidad de los sistemas productivos acuícolas.

Agradecimientos

Al personal administrativo de la Coordinación de Investigaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Corporación Universitaria Remington y del Grupo de Investi-

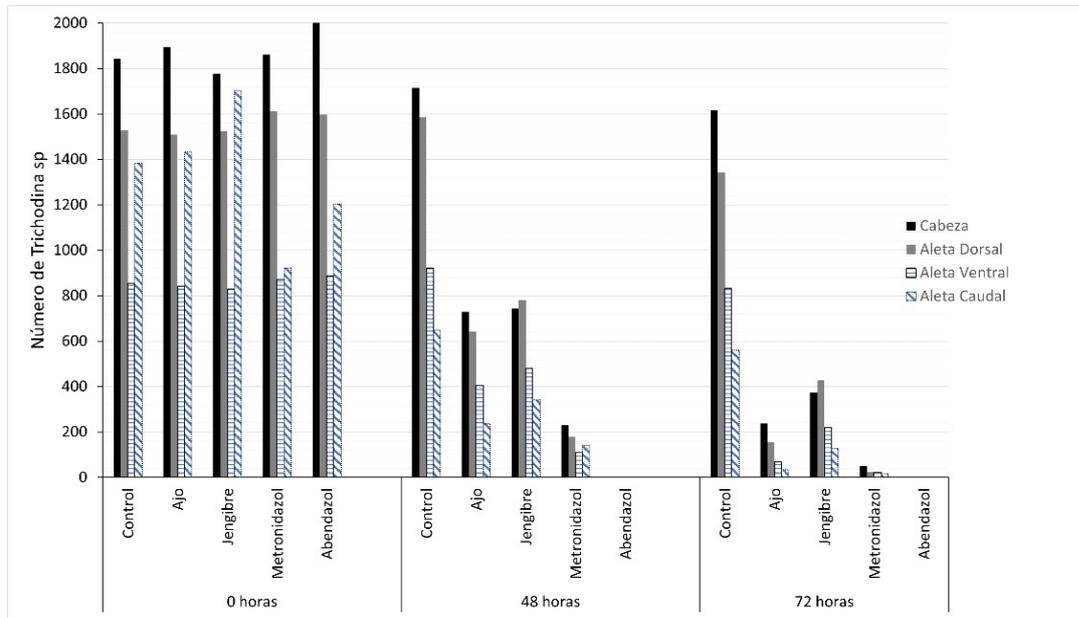


Figura 4. Tropismo de *Trichodina* sp sobre las estructuras anatómicas de tilapia roja *Oreochromis* sp

Cuadro 6. Porcentajes de mortalidad de larvas de tilapia roja *Oreochromis* sp obtenidos con tratamientos con tres dosis de ajo y metronidazol contra la *Trichodina* sp a las 72 horas de exposición

Treatment	Mortalidad (%)
Control	25
Ajo, 10 mg/l	0
Ajo, 15 mg/l	0
Ajo, 20 mg/l	0
Metronidazol, 5 mg/l	4
Metronidazol, 15 mg/l	0
Metronidazol, 20 mg/l	0

gación de Sistemas Agrarios Sostenibles, Línea de Producción Acuícola, Pesca Sostenible y Conservación de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Agrarias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Al personal técnico en el Centro Experimental Piscícola John Jairo González Torres en San Jerónimo (Antioquia).

LITERATURA CITADA

1. **Abd El-Galil MA, Aboelhadid SM. 2012.** Trials for the control of trichodinosis and gyrodactylosis in hatchery reared *Oreochromis niloticus* fries by using garlic. *Vet Parasitol* 185: 57-63. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.10.035
2. **Baeza-Martín R. 2014.** Diecinueve formas de morir las células. Tesis de Magister. Valladolid, España: Univ. de Valladolid. 100 p.
3. **Balbuena-Rivarola ED, Rios-Moringo VM, Flores-Nava A, Meza J, Galeano A. 2011.** Manual básico de sanidad piscícola. Paraguay: FAO. 50 p.
4. **Benites de Pádua S, Laterça Martins M, Nomura-Varandas D, Dias-Neto J, Mayumi-Ishikawa M, Pilarski F.**

2011. Tricodinídeos: quem são e o que eles podem causar nos peixes. Panorama da Aqüicultura edicao 127. [Internet]. Disponible en: <https://panoramadaaquicultura.com.br/tricodinideos-quem-sao-e-o-que-eles-podem-causar-nos-peixes/>
5. **Bondad-Reantaso MG, Fejzic N, MacKinnon B, Huchzermeyer D, Seric-Haracic S, Mardones FO, Vishnumurthy Mohan Cet al. 2021.** A 12-point checklist for surveillance of diseases of aquatic organisms: a novel approach to assist multidisciplinary teams in developing countries. *Rev Aquac* 13: 1469-1487. doi.org/10.1111/raq.12530
 6. **Carpenter J. 2018.** Exotic animal formulary. 5th ed. St Louis Missouri: Elsevier. 776 p.
 7. **Fadeifard F, Raissy M, Jafarian M., Rouhi Boroujeni H, Rahimi M, Faghani M. 2018.** Effects of black seed (*Nigella sativa*), ginger (*Zingiber officinale*) and cone flower (*Echinacea angustifolia*) on the immune system of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Arq Bras Med Vet Zootec* 70: 199-204. doi: 10.1590/1678-4162-8489
 8. **Fergusson HW. 1989.** Systemic pathology of fish. A text and atlas of comparative tissue responses in diseases of teleost. USA: Iowa State Univ Press Ames, USA. 263 p.
 9. **Guimarães-Alves CM., Neves NoJ, Belo-Barriga I, Rodrigues Dos Santos J, Gomes-Santos G, Tavares-Dias M. 2019.** Albendazole, levamisole and ivermectin are effective against monogeneans of *Colossoma macropomum* (Pisces: Serrasalminidae). *J Fish Dis* 42: 405 - 412. doi: 10.1111/jfd.12952
 10. **Holdridge LR. 1967.** Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
 11. **Iannacone JJ, Alvariño L. 2007.** Ecotoxicidad acuática de dos colorantes y de tres antiparasitarios de importancia en acuicultura en *Daphnia magna*. *Ecol Apl* 6: 101-110.
 12. **Iannacone JJ, Alvariño L, Valle-Riestra V, Ymaña B, Argota G, Fimia F, Castañeda L. 2016.** Toxicidad de agentes antiparasitarios, antimicrobianos e insecticidas sobre larvas del camarón salino *Artemia franciscana* (Crustacea: Artemiidae). *Rev Toxicol* 33(1): 31-38.
 13. **Iregui C. 2008.** Patología de los peces en Colombia. En: Memorias III Congreso Internacional de Ictiopatología Bogotá, Colomb.
 14. **Kubitza F. 2008.** Tilápias na mira dos patógenos. *Panorama da Aquicultura* 16(107): 28-37.
 15. **[MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2020.** Acuicultura en Colombia: Cadena de la acuicultura. Bogotá, Colombia: MADR. 33 p.
 16. **Narain NM, Amoako DG, Somboro AM, Arhin I, Mhlongo NN, Kumalo HM, Khan HB. 2022.** Allicin induces post-translational modifications of p53, DNA damage, and oxidative stress in human embryonic kidney cells. *J Biotech Research* 13: 90-102.
 17. **Noor El-Deen AIE, Mohamed RA. 2009.** Application of some medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Report and Opinion* 1: 1-5. doi: 10.7537/marsroj010609.01
 18. **Oh SJ, Park J, Lee MJ, Park SY, Lee JH, Choi K 2006.** Ecological hazard assessment of major veterinary benzimidazoles: acute and chronic toxicities to aquatic microbes and invertebrates. *Environ Toxicol Chem* 25: 2221-2226. doi: 10.1897/05-493r.1
 19. **Oliveira-Maciel P, Garcia F, Campos-Chagas E, Fujimoto RY, Tavares-Dias M. 2018.** Trichodinidae in commercial fish in South America. *Rev Fish Biol Fish* 28: 33-56. doi: 10.1007/s11160-017-9490-1
 20. **Peyghan R, Powell MD, Zadkarami MR. 2008.** *In vitro* effect of garlic extract and metronidazole against *Neoparamoeba pemaquidensis*, page 1987 and isolated amoebae from Atlantic salmon. *Pak J Biol Sci* 11: 41-47. doi: 10.3923/pjbs.2008.41.47

21. **Ramírez HR, Castro LN, Erika M. 2016.** Efectos terapéuticos del ajo (*Allium Sativum*). Salud y Administración 3(8): 39-47.
22. **Roberts RJ. 2012.** Fish pathology. 4th ed. Wiley-Blackwell. 590 p.
23. **Rodríguez-Santiago MA, García-Magaña L, Grano-Maldonado MI, Silva-Martínez EN, Guerra-Santos J, Gelabert R. 2019.** First record of *Trichodina centrostrigeata* Basson, Van as & Paperna, 1983 (Ciliophora: Trichodinidae) from *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultured in southeastern Mexico. Lat Am J Aquat Res 47: 367-370. doi: 10.3856/vol47-issue2-fulltext-18
24. **Sierra E, Espinosa de los Monteros A, Real F, Herráez P, Castro P, Fernjandez A. 2006.** Enfermedades parasitarias: protozoarios externos e internos y misceláneos. Rev Canaria Cienc Vet 3: 21-29.
25. **Sumano López H. 2006.** Farmacología veterinaria. 3° ed. Mexico DF: McGraw Hill. 1092 p.
26. **Valladão G, Gallani S, De Pádua S, Martins M, Pilarski F. 2014.** *Trichodina heterodentata* (Ciliophora) infestation on *Prochilodus lineatus* larvae: a host-parasite relationship study. Parasitology 141: 662-669. doi: 10.1017/S0031182013001480
27. **Vidal-Martínez VM, Olvera-Novoa MA, Morales V, Cuéllar-Anjel J, Riofrío A, Morales R, Barato P, et al. 2017.** Manual de buenas prácticas de manejo para la piscicultura en agua dulce. OIRSA-OSPESCA. 145 p.